

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2013/2014 Academic Session

December 2013/January 2014

ESA 343/2 – Aircraft Aerodynamics
[Aerodinamik Pesawat]

Duration : 1 hour
[Masa : 1 jam]

Please ensure that this paper contains **FIVE (5)** printed pages and **ONE (1)** question before you begin examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** mukasurat bercetak dan **SATU (1)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan].*

Instructions : Answer **ALL** of the questions.

Arahan : Jawab **SEMUA** soalan.

Answer all questions in English only.

[Jawab semua soalan di dalam Bahasa Inggeris sahaja].

Each answer must begin from a new page.

[Setiap jawapan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru].

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunakan].

For the questions that require explanation, you are expected to answer the questions as detailed as possible with properly and fully constructed sentences to receive full credits.

[Bagi soalan-soalan yang memerlukan penerangan, anda di minta untuk menjawab soalan-soalan tersebut secara terperinci dengan menggunakan ayat yang disusun lengkap untuk menerima kredit yang penuh].

Each student is allowed to bring an A4-sized sheet of self-prepared two-page summary note.

[Setiap pelajar dibenarkan untuk membawa sehelai nota ringkasan bersaiz A4 yang mempunyai dua mukasurat yang ditulis sendiri].

Partial credits will be given accordingly to the work shown correctly.

[Sebahagian kredit akan diberikan secara berpatutan untuk jalan kerja yang ditunjukkan dengan betul].

Answer **ALL** of the questions.

Jawab **SEMUA** soalan.

1. [a] Evaluate the situation of a pilot if an aircraft decelerates until it reaches its minimum flight speed and the pilot wants to maintain the same altitude. In your evaluation, you need to identify the pilot's response with respect to the angle of attack, speed, weight, dynamic pressure and the lift coefficient. (10 marks)

- [b] Imagine that you are working on a top-secret project for the Ministry of Defense. Your task is to design a finless missile that can fly at $V = 200$ m/s (density = 1.225 kg/m³, viscosity = 1.7894×10^{-5} kg/m.s). The missile is a cylinder with a length of 6 m and a diameter of 0.7 m while the nose and tail have a hemisphere shape as shown in **Figure 1**. Total surface area of a solid hemisphere including the base is $3\pi r^2$.

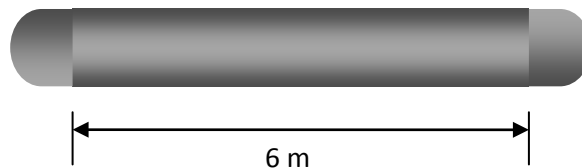


Figure 1: A finless missile

- (i) If the body form factor for the missile is 1.15, calculate the zero lift drag coefficient of the missile. (30 marks)
- (ii) If the missile is flying at maximum (C_L/C_D), calculate the total drag of the missile. (15 marks)
- (iii) Assuming that the missile is launched at about 3000 m above ground, identify how it can be launched to reach a range of 50 km? (5 marks)
- [c] For a wing with a given airfoil shape, what design modification can you make to reduce the stall speed? You need to sketch the image and include the relevant graph for comparison. You also need to explain your sketch and relate the improvement of your design to the flow behavior. (15 marks)

- [d] You need to analyze the following scenario. You are given a CESSNA 206 aircraft as shown in **Figure 2** and your task is to determine the aerodynamic characteristics of the model. If you plan to use a wind tunnel:



Figure 2: CESSNA 206 aircraft

- (i) How can you make sure that the flow condition in the wind tunnel is dynamically similar to the reality?
(5 marks)
- (ii) If you need to scale-down the model, what is the main constraint that you need to be aware of? Provide one example and relate how it will influence the drag. You need to specify the type of drag and explain the cause of the drag.
(10 marks)
- (iii) Can you use Roskam Drag Prediction Method if the boundary layer is laminar and if the surface of your model is rough? Provide a reason for your answer.
(5 marks)
- (iv) You found that the graph obtained from the wind tunnel experiment for the side force coefficient of your CESSNA model looks like in **Figure 3**. What did that graph reflects on your experimental setup?
(5 marks)

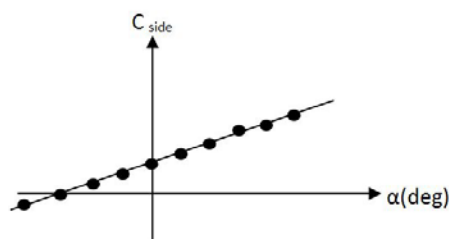
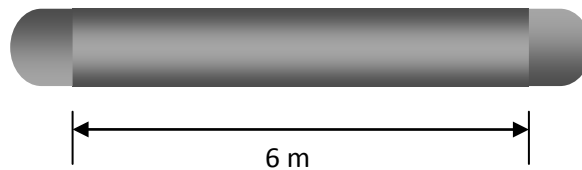


Figure 3: Side force coefficient versus angle of attack

- [a] Pertimbangkan situasi seorang juruterbang jika pesawatnya menyahpecut sehingga ke tahap halaju minima dan juruterbang itu ingin memastikan ia berada dalam ketinggian yang sama. Dalam penilaian itu, anda hendaklah mengenalpasti reaksi juruterbang tersebut terhadap sudut serangan, halaju, berat, tekanan dinamik dan pemalar angkat.

(10 markah)

- [b] Bayangkan anda sedang bekerja dalam satu projek rahsia untuk Kementerian Pertahanan. Tugas anda ialah merekabentuk sebuah peluru berpandu yang boleh terbang pada $V = 200 \text{ m/s}$ (ketumpatan $= 1.225 \text{ kg/m}^3$, kelikatan $= 1.7894 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s}$). Peluru berpandu itu berbentuk silinder dengan panjang 6 m dan diameter 0.7 m serta muncung dan ekornya berbentuk hemisfera seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 1**. Jumlah keluasan permukaan pepejal hemisfera termasuk bahagian tapak ialah $3\pi r^2$.



Rajah 1: Peluru berpandu

- (i) Sekiranya faktor formasi badan bagi peluru berpandu itu ialah 1.15, hitung pemalar seret-angkat-sifar peluru berpandu tersebut.

(30 markah)

- (ii) Sekiranya peluru berpandu itu terbang pada (C_L/C_D) maksimum, hitung daya seretan keseluruhan peluru berpandu tersebut.

(15 markah)

- (iii) Anggapkan yang peluru berpandu itu dilancarkan pada 3000 m dari aras tanah, kenal pasti bagaimana ia boleh dilancarkan untuk mencapai jarak sebanyak 50 km?

(5 markah)

- [c] Bagi sayap yang diberikan aerofoilnya, apakah modifikasi rekabentuk yang boleh anda lakukan untuk mengurangkan halaju pegun? Anda hendaklah melakarkan imej tersebut dan melukis graf yang sesuai sebagai perbandingan. Anda juga hendaklah menerangkan lakaran tersebut dan mengaitkan kemajuan/penambahbaikan rekabentuk tersebut dengan keadaan aliran.

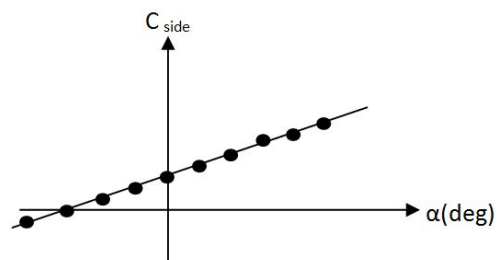
(15 markah)

- [d] Anda perlu menganalisis senario berikut. Anda diberikan sebuah pesawat CESSA 206 seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 2** dan tugas anda adalah untuk menentukan ciri-ciri aerodinamik model tersebut. Sekiranya anda bercadang untuk menggunakan terowong angin:



Rajah 2: Pesawat CESSNA 206.

- (i) Bagaimanakah anda boleh memastikan bahawa keadaan aliran di dalam terowong angin hampir sama dengan realiti secara dinamik?
(5 markah)
- (ii) Sekiranya anda perlu mengecilkan saiz model tersebut, apakah kekangan yang perlu anda ketahui? Sediakan satu contoh dan kaitkan bagaimana ia akan mempengaruhi daya seretan. Anda perlu menentukan secara spesifik jenis daya seretan tersebut dan menerangkan penyebabnya juga.
(10 markah)
- (iii) Bolehkah anda menggunakan Kaedah Ramalan Seretan Roskam sekiranya lapisan sempadan adalah laminar dan sekiranya permukaan model anda adalah kasar? Berikan sebab bagi jawapan anda.
(5 markah)
- (iv) Anda mendapati bahawa graf yang diperolehi daripada eksperimen terowong angin bagi pemalar daya sisi model pesawat CESSNA seperti dalam **Rajah 3**. Bagaimana ia memberi gambaran terhadap penyediaan eksperimen anda?
(5 markah)



Rajah 3: Graf pemalar daya sisi melawan sudut serangan.

00000000